

헤드폰을 이용한 음상 정위 변화 연구

*박윤정 *장달원 *신사임 *이종설 *장세진

*전자부품연구원

*yjp9008@gmail.com

Sound Localization Change Research Using a Headphone

*Park, Yoon Jung *Jang, Dalwon *Shin, Saim *Lee, JongSeol *Jang, Sei-Jin

*Korea Electronics Technology Institute

요약

최근 영상 및 음향 기술이 발전함에 따라서 실감 오디오에 대한 기술이 촉구 되고 있으며 커넥티드 오디오에 대한 수요와 공급이 매년 증가하고 있다. 본 논문은 헤드폰을 이용해서 사용자에게 제공되는 일반적인 스테레오 신호 및 모노 신호를 음상 정위를 변화시키기 위해서 HRTF (Head response transfer function)을 적용하였으며 인공 잔향을 이용해서 공간감을 구현하였다. 실제 실험을 위해서 MATLAB을 이용하여 시뮬레이션을 구현하였으며 MATLAB의 GUI를 통해서 사용자에게 음상의 위치를 입력받게 된다. 이를 통해 음상이 사용자가 입력한 순서의 경로를 따라서 음상 정위가 변화에 대해서 입증하였다.

1. 서론

최근 들어 멀티미디어 기술이 발전함에 따라 음향 기술의 중요성이 대두되고 있다. 고품질 오디오에 요구뿐만이 아닌 실감 오디오에 대한 기술 개발이 요구되고 있다. 이러한 요구를 충족시키기 위해서 실감나는 오디오 효과를 제공할 수 있는 3차원 오디오 연구가 진행되고 있다[1]. 3차원 오디오 기술은 일반 음향을 사용자에게 제공하는 것이 아니라 사용자가 위치한 가상의 환경에 대한 방향감과 거리감을 느낄 수 있도록 하는 기술이다[1]. 이러한 3차원 오디오 기술은 여러 기술들의 집합체로 개발이 된다. 사용되는 여러 기술에 대해서는 2절에서 다루기로 한다.

휴대용 단말기, 스마트폰 기기에 대한 기술이 발전하고 영상 및 음향과 같은 멀티미디어에 대한 수요 또한 증가하고 있다. 일반적으로 휴대용 단말기를 이용해서 영상 및 음향 매체를 접할 때에는 스피커보다는 이어폰 및 헤드폰, 헤드셋을 사용하게 된다. 시장조사기업 GFK에 따르면 헤드폰, 헤드셋 시장의 규모는 작년 2014년에는 2억8740만대를 기록하였으며 올해 2015년에는 약 2억 9090만대까지 성장할 것으로 조사하였다[2]. 이러한 조사결과들을 보아서 커넥티드 오디오에 대한 수요 및 공급이 증가되고 있으며 사용자가 요구하는 것을 만족시킬 수 있는 기술들이 요구되고 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 기술 개발을 위한 이론 및 사용된 알고리즘에 대해 서술하였으며, 3절에서는 시뮬레이션을 위한 환경에 대한 설정 및 시뮬레이션 결과를 언급하며 시뮬레이션 결과 분석에 대해 서술한다. 마지막으로 4절에서는 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

2. 이론 배경

2.1 HRTF (Head response transfer function)

HRTF는 음원에서부터 청취자의 고막까지 소리가 전파 될 때 음의 전달경로에 의한 임펄스 응답으로 정의된다. 일반적인 HRTF는 음원의 방위각(azimuth), 고도(elevation)를 변화시키면서 그에 따른 응답을 측정하게 된다[3][4].

그림 1을 보게 되면 정면에 음원이 위치한 경우 방위각 = 0°, 고도 = 0° 이며, 왼쪽 귀와 수평에 위치한 음원은 방위각 = -90°, 고도 = 0이고, 오른쪽 귀와 수평에 위치한 음원은 방위각 = 90°, 고도 = 0°이다. 음원 신호의 푸리에 변환(FT)를 $S(\omega)$ 라고 정의하고, 왼쪽 귀까지 전달되는 HRTF를 $H_L(\omega, \theta)$, 오른쪽 귀까지 전달되는 HRTF를 $H_R(\omega, \theta)$ 라고 정의한다. 아래의 식 (1)을 통해서 왼쪽 귀에 입력되는 신호와 오른쪽 귀에 입력되는 신호를 구해지게 된다. 두 귀의 전달함수(Interaural transfer function, ITF)이고 두 귀의 시간차 (Interaural time difference, ITD)이다[4]. 이때 ITD는 식 (1)과 같이 정의되며, 이 때 d 는 머리의 지름, c 는 소리의 속도, θ 는 방위각, ϕ 는 고도이다.

$$ITD \approx \frac{d(\theta + \sin\theta)\cos\phi}{2c} \quad (1)$$

음원의 고도가 같고 방위각이 0°일 때에는 왼쪽과 오른쪽에 같은 신호 크기를 가지게 되며 ITD는 0이다.

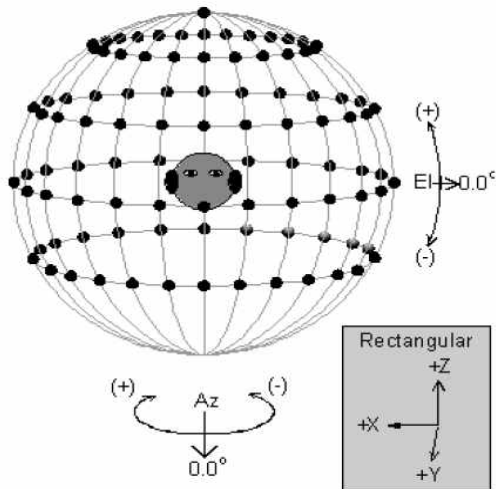


그림 1. 음원 위치에 따른 방위각과 고도

3. 시뮬레이션 설정 및 결과

3.1 시뮬레이션 설정

이론 및 알고리즘을 기반으로 하여서 시뮬레이션은 구현하였으며 이때 시뮬레이션은 MATLAB을 이용하였다. 시뮬레이션에 사용된 음원은 sound localization을 확인하는 것이 용이하도록 기차 운행시 철도의 소리와 기차의 경적소리가 복합적으로 재생되는 신호를 사용하였으며, 이때 음원의 샘플링 주파수는 44100 Hz이다. 스테레오 신호일 경우 왼쪽 귀로 삽입되는 신호와 오른쪽 귀로 삽입되는 신호를 따로 나누어서 헤드폰을 통해 사용자에게 제공하였다. 그리고 모노 신호인 경우 같은 신호가 두 귀에 삽입된다는 전제하에 한쪽 귀에 삽입되는 신호 하나만 처리 후에 최종적으로 도출된 신호를 복사하여서 헤드폰을 통해 사용자의 두 귀에 삽입되도록 구현하였다. 또한 음원의 위치가 사용자가 원하는 경로를 따라서 변경되는 것을 제공하기 위해서 GUI의 구현을 함께 진행하였다.

3.1 시뮬레이션 결과

그림 2는 사용자가 원하는 위치를 입력 받아서 위치에 따라서 음상 정위가 이루어진다. 위치 1인 곳을 오른쪽 귀이며 방위각이 90°일 때 위치 1의 일직선상인 곳을 왼쪽 귀라고 하며 방위각이 -90°이다. 이때 사용자에게 입력받은 순서가 1부터 4일 때, 음상 정위는 입력받은 순서에 따라 옮겨지게 된다. 즉, 오른쪽 귀에서 정면을 향해 재생이 되다가 2번 위치에 도달하게 되면 사용자의 왼쪽 귀의 뒤로 이동하여 3번 위치에 도달하게 된다. 마찬가지로 3번 위치에 도달하게 되면 4번 위치까지 도달하기 위해서 왼쪽 귀의 앞으로 이동하게 된다.

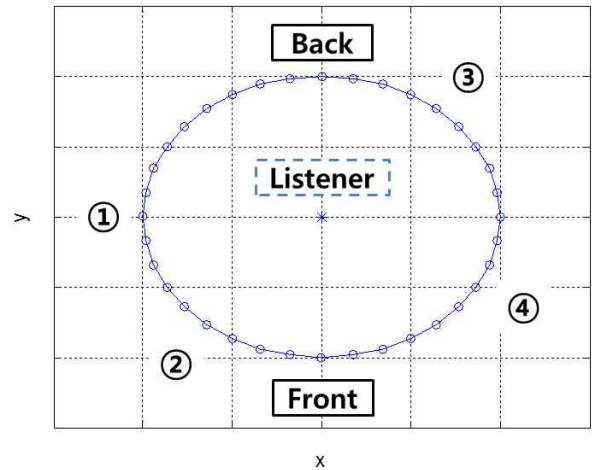


그림 2. 시뮬레이션 사용자 입력창

4. 결론

본 논문은 헤드폰을 이용해 사용자에게 실감 음향을 제공하기 위해서 일반적인 음원에 HRTF의 기법을 적용하여 음상을 변화시키며 여러 기법을 통해서 공간감을 주었다. 이로 인해 사용자는 음원이 이동하는 듯 한 느낌을 받게 되며 실감나는 입체 음향을 느낄 수 있다. 향후 외재화 기법을 통해서 사용자의 머리 안 머물러있는 음상을 밖으로 내보내는 기법을 적용하여서 한층 높은 실감 음향을 제공하는 기술을 연구하여야한다.

감사의 글

이 논문은 2014년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 산업융합기반구축개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 10037244).

참고문헌

- [1] 김용국, et al. "헤드폰 청취환경에서의 실감 오디오 재현을 위한 음상 외재화 기법." 전자공학회논문지-SP 47.5 (2010): 1-8.
- [2] 서정일, et al. "청취환경 차이에 따른 3 차원 오디오 기술 개발 동향." 방송공학회지 13.1 (2008): 82-96.
- [3] <https://gfkrt.co.kr/korea/index.aspx>.
- [4] Begault, Durand R., and Leonard J. Trejo. "3-D sound for virtual reality and multimedia." (2000).